

# ***Management course for civil engineers***

Email : [youssuf.elfarmawy@gmail.com](mailto:youssuf.elfarmawy@gmail.com)

Facebook : [@youssuf.elfarmawy@live.com](https://www.facebook.com/youssuf.elfarmawy)

Phone : 01112550515

Website : [youssufelfarmawy.wordpress.com](http://youssufelfarmawy.wordpress.com)

لا تنسونا صالح الدعاء

# Planning & repetitive projects

2

## Line of balance \* L.O.B \*

### Linear & repetitive :

\*يقوم النجار مثلاً بعمل شدّات الدور الأول مثل الثاني مثل الثالث و هكذا .  
\*مدينة سكنية بها مثلاً 500 فيلا مُتشابهة أي أن الحفّار سيحفّر نفس الكمية في كلّ فيلا .

### Line of balance :

هي إحدى طُرُق تخطيط المشروعات المُتكرّرة ، كثمال تقسيم مشروع لمجموعة من الوحدات و ليس مجموعة من البنود .

0		1
A		
	1	

تسوية - Scraping

1		3
B		
	2	

حفر - Excavation

3		7
C		
	4	

تسوية - Piping

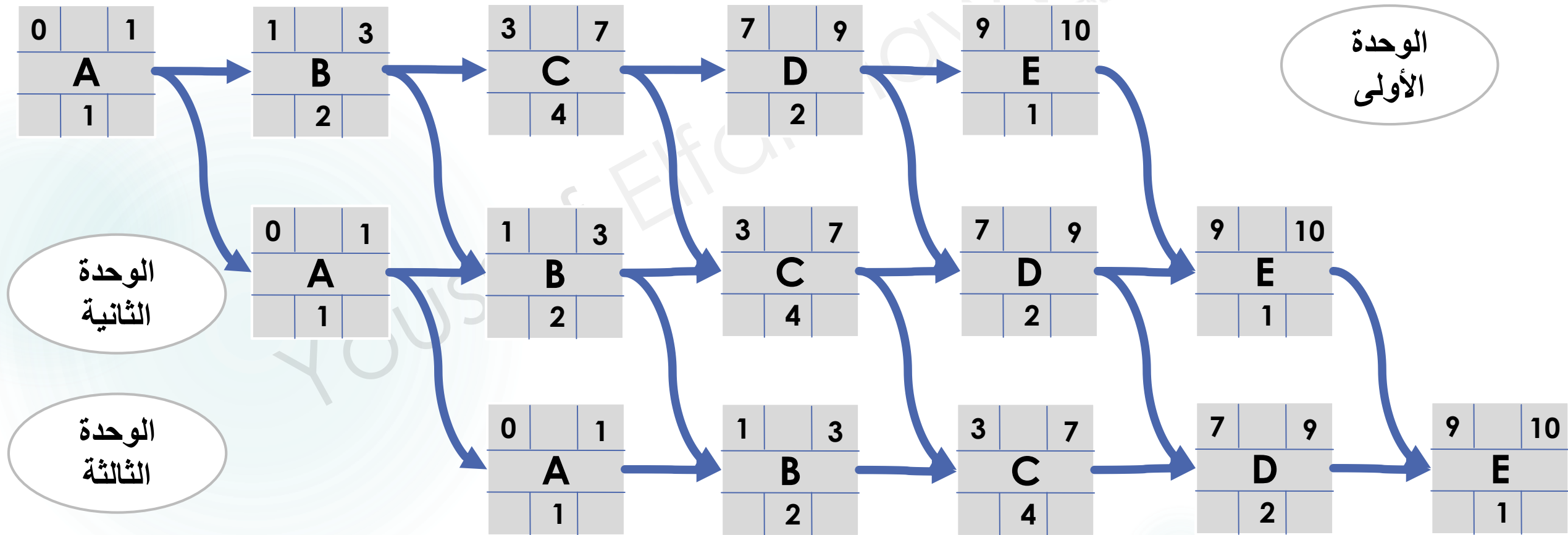
7		9
D		
	2	

تسوية - Testing

9		10
E		
	1	

ردم - Filling

\*تقوم ماكينة التسوية بعملها في الوحدة الأولى ثم تتجه إلى الوحدة الثانية حيث لا تنتظر لتنتهي كل البنود في الوحدة لأولى لتدخل في الوحدة الثانية.  
 \*يسير العمل في الموقع بهذه الطريقة ، فالحفار ينتقل من وحدة للثانية ولا ينتظر حتى تنتهي الوحدة الأولى تمامًا حتى لا يتم تعطيل المشروع .



\* زمن المشروع = ( عدد الوحدات - 1 ) \* زمن أطول بند مُضافاً إليه زمن إنجاز الوحدة الأولى

فبتطبيق ذلك على المثال السابق بفرض عدد الوحدات المطلوب إنجازها 60 وحدة يكون زمن المشروع  
 $T = ( N - 1 ) * \text{Time of act. C} + 10$   
 $= (60 - 1) * 4 + 10 = 246 \text{ weeks}$

\* هذا القانون لا يُطبَّق إلا بتوافر هذان الشرطان :

1- جميع العلاقات بين البنود F.S .

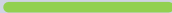



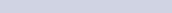
2- جميع البنود تستخدم طقم عمل واحد لكل منهم .

لكن هذا القانون نادر الاستخدام لأن العلاقات في الغالب لا تكون F.S و البنود لا تستخدم طقم عمل واحد .

## ► Objective line :

► هو خط يستخدمه مدير المشروع في أعمال مُتابعة المشروع ، مثلاً ينزل إلى المشروع بعد الأسبوع الـ 15 على حسب المخطط له أن يكون أنهى 10 وحدات مثلاً و ذلك حسب الـ Objective line فيتأكد هل تم بالفعل ما كان مُخطط عليه أم لا .



Activity	Color
A	
B	
C	
D	
E	

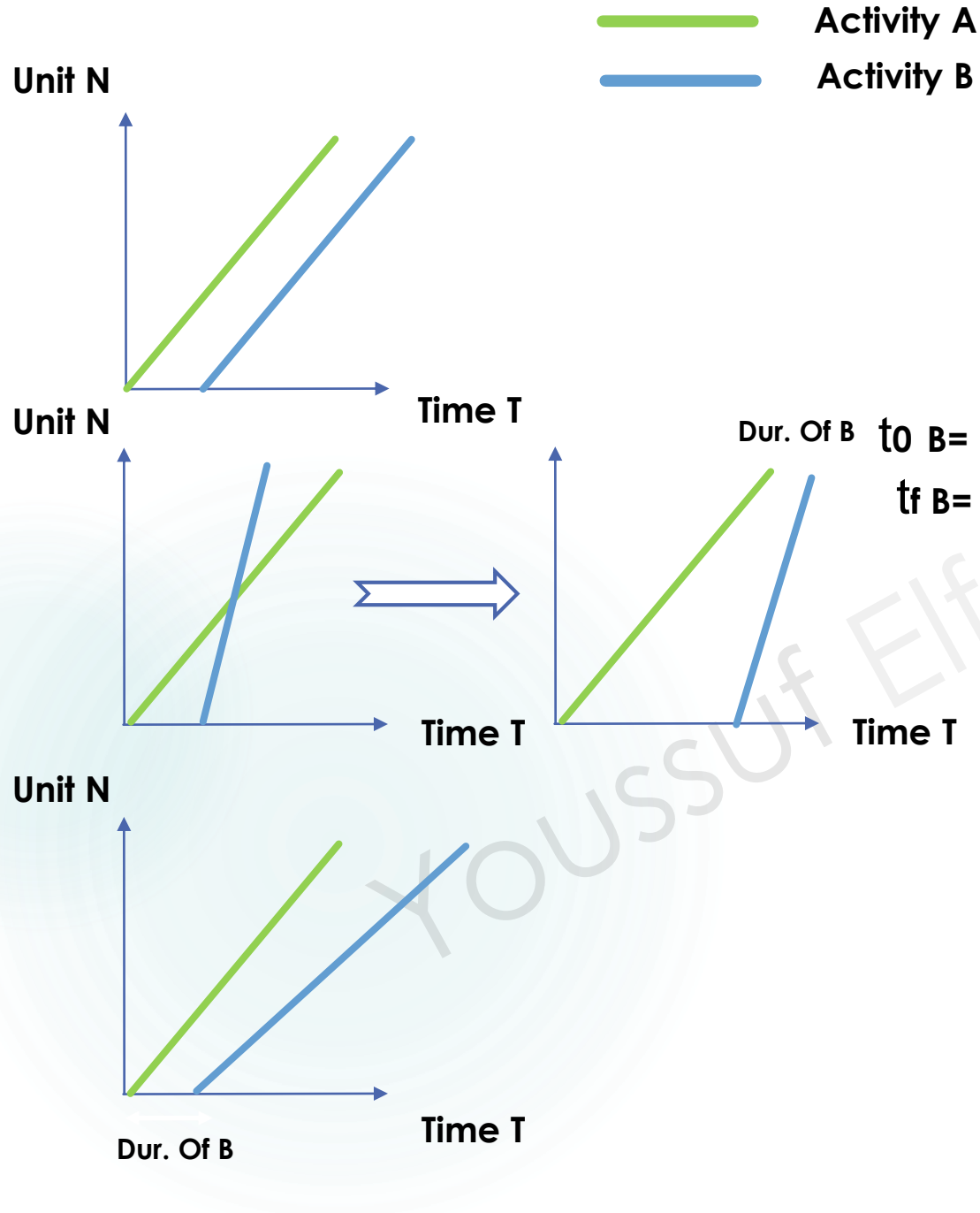
$$\tan \text{ angle} = R = \frac{N - 1}{t_f - t_o}$$

**Object line**

مشروع انتهى مُبَكَّرًا

مشروع انتهى مُتَأَخَّرًا

## المشاكل التي تواجه بندين يعملان في نفس الوقت :



1- إذا كان هناك بندان مثلاً A & B فإذا كان البندين يسيران معاً بنفس المعدل

لن يكون هناك مشكلة تعطل من عمل البندين معاً و تكون المعادلة

$$t_0 B = t_0 A + \text{Duration of B}$$

$$t_f B = t_f A + \text{Duration of B}$$

2- إذا كان هناك بندان مثلاً A & B و البند الثاني مُعدّل أسرع من البند الأول

هنا تظهر مشكلة تلاقي البندين معاً عند وقت مُعيّن ، و لحل هذه المشكلة يتم

زحزحة البند ذو المعدّل الأسرع عن طريق

$$t_0 B = t_f B - \frac{N - 1}{R_B}$$

و بالتالي يكون زمن بدء البند الثاني كالتالي

3- إذا كان هناك بندان مثلاً A & B و البند الأول مُعدّل أسرع من البند الثاني

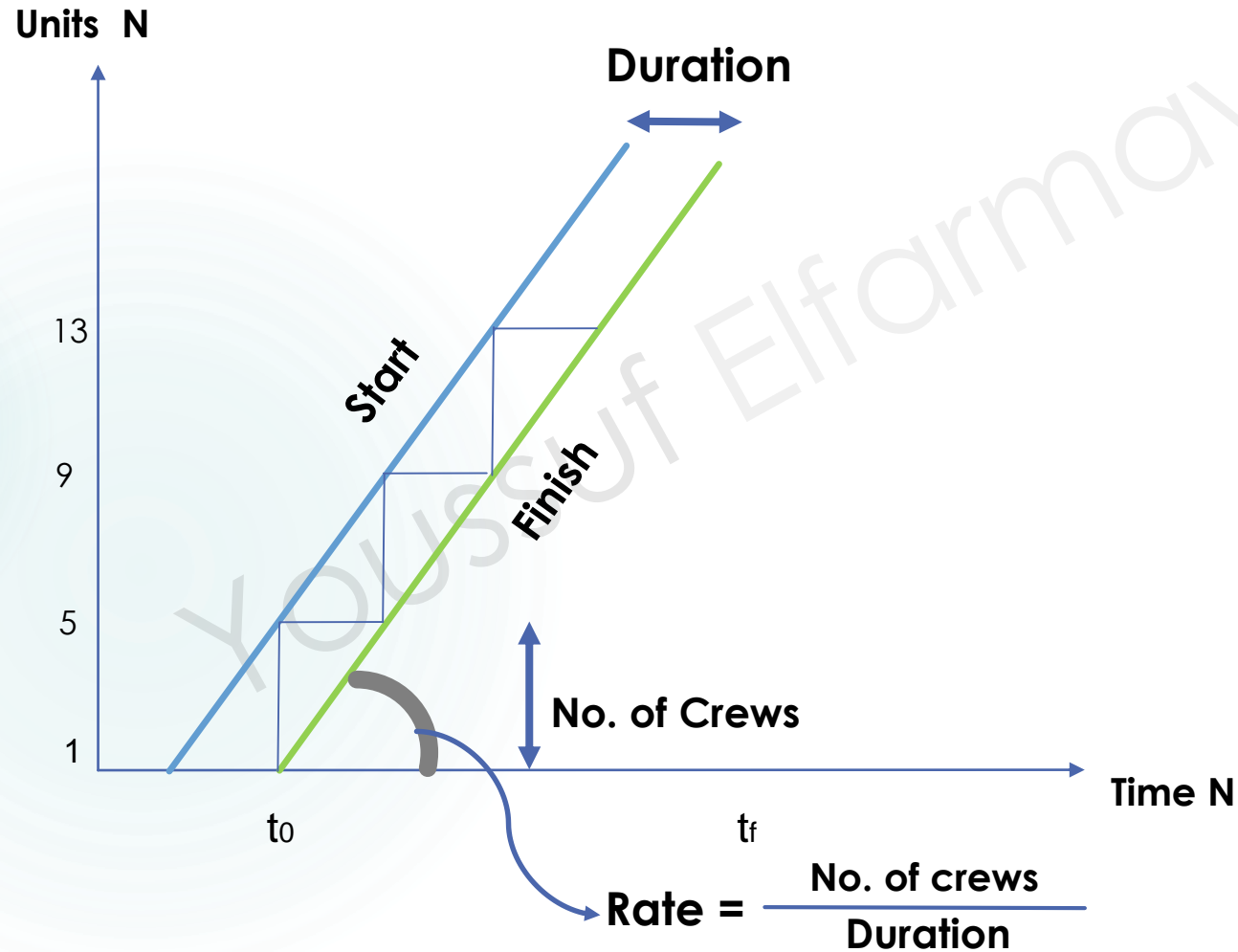
هنا تظهر مشكلة تلاقي البندين معاً عند وقت مُعيّن ، و لحل هذه المشكلة يتم

زحزحة البند ذو المعدّل الأقل و ذلك عن طريق المعادلة

$$t_0 B = t_0 A + \text{Duration of B}$$

$$t_f B = t_0 B + \frac{N - 1}{R_B}$$

و بالتالي يكون زمن انتهاء البند الثاني كالتالي



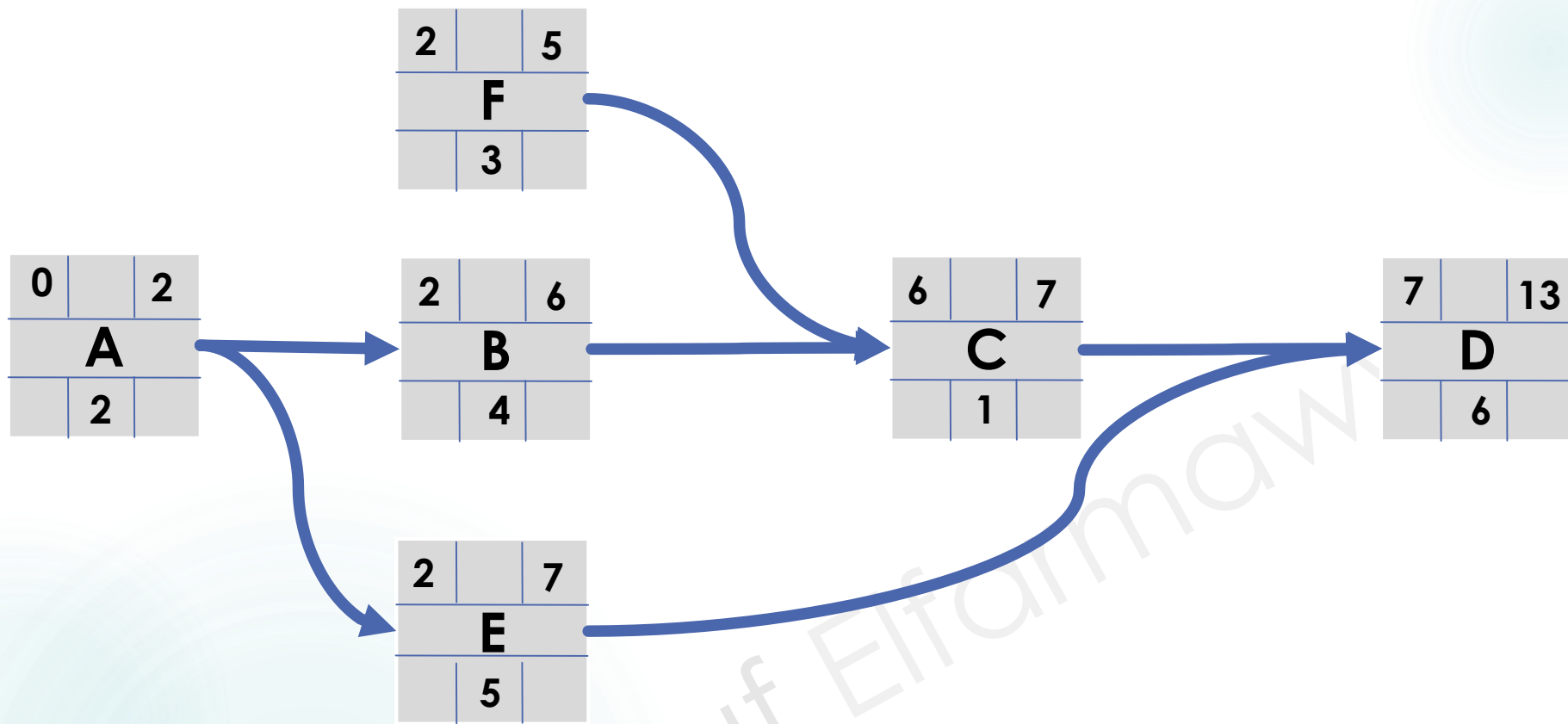
الخط البرتقالي يُعبر عن زمن البداية لأي بند .  
الخط الأخضر يُعبر عن زمن النهاية لأي بند .

تم هنا استخدام 4 أطقم عمل في نفس الوقت تعمل في وحدات مختلفة .

\*الطقم الأول يُنهي الوحدة الأولى ثم يتجه إلى الوحدة الخامسة مباشرة لأن هناك 3 أطقم أخرى تعمل في الواحدات الثانية و الثالثة و الرابعة في نفس الوقت الذي كان يعمل فيه الطقم الأول في الوحدة الأولى .  
\*و بالمثل عندما يُنهي الطقم الثاني عمله في الوحدة الثانية يدخل في الوحدة السادسة مباشرة و هكذا .

**Production rate :**

هو انتقال أطقم العمل من وحدة لأخرى .



Activity	No. of crews	Prod. rate
A	4	2
B	12	3
C	3	3
D	6	1
E	15	3
F	6	2

► For the shown network of 25 units for construction project :

- 1- Draw the objective chart and calculate the project duration . **\*\* Duration = No. of crews / Prod. rate**
- 2- Calculate the min. no. of crews for activity E So as the project is not delay .
- 3- The project manager during the project control at week 30 , act. D finished 10 units , What actions should be taken to correct this situation .
- 4- The Progress report at week 19 .



## 1- Draw the objective chart and calculate the project duration .

يجب أولاً تحديد كلاً من  $t_0$  &  $t_f$  لكل بند ، لذلك سيتم تحديد ذلك لكل البنود بالترتيب من اليسار إلى اليمين و من أعلى لأسفل .  
سيتم مقارنة مُعدّل البنود التي تعتمد على بعضها لتحديد أي من الحالات الثلاث التي سيتم التوجه إليها من الحالات الثلاثة التي سبق شرحها

### Activity A :

\*هو أول بند ولا يعتمد على أي بند آخر .

$$t_0 = 2$$

$$t_f = 2 + \frac{N - 1}{R} = \frac{25 - 1}{2} = 14$$

### Activity F :

\*يعتمد هذا البند على البند A ، لذلك سيتم مقارنة مُعدّل البندين معاً فنجد أن المُعدّلين متساوي لهما و هو 2 لذلك نستخدم قوانين الحالة الأولى .

$$t_0 F = t_0 A + \text{Dur. Of of F} = 2 + 3 = 5$$

$$t_f F = t_f A + \text{Dur. Of of F} = 14 + 3 = 17$$

### Activity B :

يعتمد هذا البند على البند A ، لذلك سيتم مقارنة مُعدّل البندين معاً فنجد أن  $R_B > R_A$  لذلك نستخدم قوانين الحالة الثانية .

$$t_f B = t_f A + \text{Dur. Of of B} = 14 + 4 = 18$$

$$t_0 B = t_f B - \frac{N - 1}{R_B} = 18 - \frac{25 - 1}{3} = 10$$

### Activity E :

- يعتمد هذا البند على البند A ، لذلك سيتم مقارنة معدل البندين معًا فنجد أن  $R_E > R_A$  لذلك نستخدم قوانين الحالة الثانية مثل البند B .

$$t_{fE} = t_{fA} + \text{Dur. Of of E} = 14 + 5 = 19$$

$$t_{0E} = t_{fE} - \frac{N-1}{R_E} = 19 - \frac{25-1}{3} = 11$$

### Activity C :

- يعتمد هذا البند على البندين B & F ، لذلك سيتم مقارنة معدل هذا البند مع البندين B & F فنجد أن :

$$R_C = R_B$$

$$t_{fC} = t_{fB} + \text{Dur. Of of C} = 18 + 1 = 19$$

$$t_{0C} = t_{fC} - \frac{N-1}{R_C} = 19 - \frac{25-1}{3} = 11$$

الأكبر

$$R_C > R_F$$

$$t_{fC} = t_{fF} + \text{Dur. Of of C} = 17 + 1 = 18$$

### Activity D :

- يعتمد هذا البند على البندين C & E ، لذلك سيتم مقارنة معدل هذا البند مع البندين C & E فنجد أن :

$$R_D < R_C$$

لذلك نستخدم قوانين الحالة الثالثة

$$R_D < R_E$$

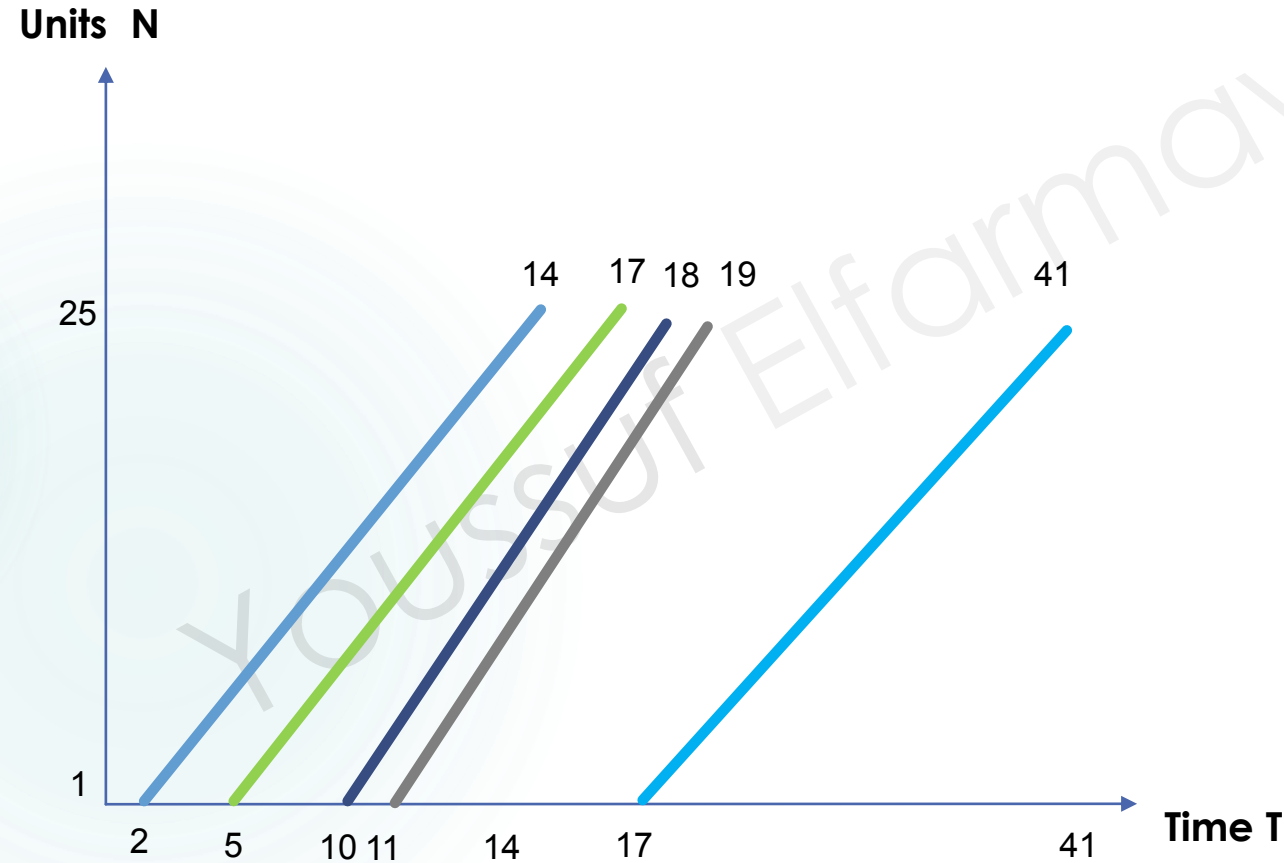
$$t_{0D} = t_{0C} + \text{Duration of D} = 11 + 6 = 17$$

$$t_{fD} = t_{0D} + \frac{N-1}{R_D} = 17 + \frac{25-1}{1} = 41$$

$$t_{0D} = t_{0E} + \text{Duration of D} = 11 + 6 = 17$$

$$t_{fD} = t_{0D} + \frac{N-1}{R_D} = 17 + \frac{25-1}{1} = 41$$

الآن يُمكن رسم Objective chart و تحديد زمن المشروع و هو 41 أسبوع و هو زمن انتهاء آخر بند .  
من المُمكن جمع ما تم حسابه من  $t_0$  &  $t_f$  في جدول كالآتي :



Act.	Color	$t_0$	$t_f$
A		2	14
B		10	18
C		11	19
D		17	41
E		11	19
F		5	17

**Project duration  
41 week**

► 2- Calculate the min. no. of crews for activity E So as the project is not delay .

مطلوب تقليل عدد الأطقم التي تعمل في البند E قدر الإمكان بشرط ألا يؤثر ذلك في زمن المشروع .

- و يتم ذلك عن طريق تقليل مُعدّل تنفيذ البند قدر الإمكان بحيث ينتهي بعد أطول فترة مُمكنة و بالتالي يكون عدد أطقم العمل أقل ما يُمكن ، لكن نأخذ في الاعتبار البنود التي تعتمد على هذا البند هو البند D و التي يتأخّر إذا تأخر البند E مما يؤدي لتأخير المشروع ، و كذلك يجب الأخذ في الاعتبار البند A لأن البند E لن يبدأ إلا إذا انتهى البند A ، لذلك سيتم تعيين أقل مُعدّل مُمكن لتنفيذ البند من التالي ...

و بالتالي بدأ هنا تنفيذ هذا البند في الوحدات في أقرب وقت مُمكن و هو بعد 7 أسابيع فقط بدلاً من 11 أسبوع .

$$\text{Min } t_{0E} = \text{Duration of Activity A \& E} = 2 + 5 = 7$$

و بالتالي هنا تم الانتهاء من تنفيذ هذا البند في الوحدات في أطول وقت مُمكن و هو بعد 35 أسبوع بدلاً من 19 أسبوع .

$$\text{Max } t_{fE} = t_{fD} - \text{Duration of Activity D} = 41 - 6 = 35$$

- مما سبق نجد أنه تم مدّ فترة تنفيذ هذا البند قدر الإمكان دون أن يؤثر هذا على البنود الأخرى و بالتالي لم يؤثر على زمن المشروع ، و في مُقابل طول فترة التنفيذ سيقُل بالتالي عدد الأطقم التي تعمل في هذا البند لأن ضغط العمل قد قلّ بزيادة فترة العمل .

$$\text{So } R_{\text{Min } E} = \frac{N - 1}{t_f - t_0} = \frac{25 - 1}{35 - 7} = \frac{24}{28} \Rightarrow \text{Min no. of crews for act. E} = \frac{24}{28} * 5 = 5$$

Duration of Act. E

### 3- The project manager during the project control at week 30, activity D finished 10 units , What actions should be taken to correct this situation .

عند الأسبوع الـ 30 قام مدير المشروع بفحص عدد الوحدات التي تم فيها تنفيذ البند D فوجد أنه تمّ تنفيذ هذا البند في 10 وحدات فقط ، فما المطلوب تعديله في الفترة القادمة حتى لا يتأخر زمن المشروع ؟

نحتاج إلى زيادة عدد أطقم العمل لتعويض التأخير الذي حدث ، فكان من المفترض حسب التخطيط أن يتم تنفيذ هذا البند في عدد وحدات كالاتي :

عدد الوحدات التي من المفترض أن يتم تنفيذها عند الأسبوع الـ 30

$$\text{Rate of Act. D} = 1 = \frac{X - 1}{t_f - t_0} = \frac{X - 1}{30 - 17} , \text{ So } X = 14$$

عند الأسبوع الـ 30

كان من المفترض أن يتم إنهاء البند D في 14 وحدة ، لكن ما تم تنفيذه فعلياً هو 10 وحدات فقط لذلك سنحتاج إلى زيادة معدل العمل خلال الفترة القادمة حتى نعوّض هذا التأخير

عدد الوحدات التي لم يتم فيها تنفيذ البند D حتى الآن

$$\text{New Rate of Act. D} = 1 = \frac{25 - 10}{t_f - t_0} = \frac{15}{41 - 30} = \frac{15}{11}$$

عند الأسبوع الـ 41 زمن إنهاء المشروع دون تأخير .

$$\therefore \text{New no. of crews} = \text{New rate of act. D} * \text{Duration of act. D} = \frac{15}{11} * 6 = 9$$

\*\*\* تم زيادة عدد أطقم العمالة إلى 9 أطقم بدلاً من 6 و بالتالي لم يتأخر المشروع .

## ► 4- The Progress report at week 19 .

مطلوب عمل تقرير عن كل بند ، و يشمل هذا التقرير نسبة تنفيذ البند في الوحدات المطلوب إنشائها و هي 25 وحدة و ذلك بالنسبة المئوية لكل بند و ذلك عند الأسبوع التاسع عشر .

يُلاحظ أنه عند الأسبوع الـ 19 كل البنود تم تنفيذها في كل الوحدات ما عدا البند D بدأ ولكنه لم ينتهي بعد ، و يُمكن حساب النسبة المئوية لما تم إنجازه من هذا البند في الوحدات كالتالي ..

$$\text{Percent of finishing Act. D} = \frac{19 - 17}{41 - 17} * 100 = 8.33 \%$$

